



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0038885

(51)⁷ G01L 1/14; B63B 21/50; E21B 19/00;
F16L 27/10; B63B 21/00; E21B 17/08

(13) B

(21) 1-2019-03712

(22) 12/12/2017

(86) PCT/US2017/065858 12/12/2017

(87) WO 2018/111901 21/06/2018

(30) 62/433,494 13/12/2016 US

(45) 26/02/2024 431

(43) 25/09/2019 378A

(73) OIL STATES INDUSTRIES, INC. (US)

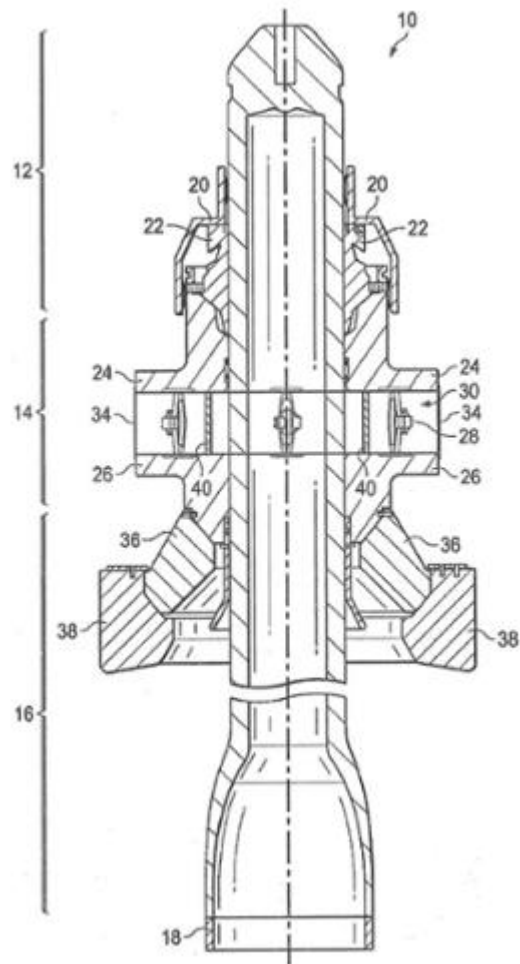
7701-C S. Cooper Street, Arlington, Texas 76001, United States of America

(72) BAILEYS, John, Ray (US); HOGAN, Michael, Eugene (US); O'NEIL, Joseph, Michael (US); TYE, Daniel, Joseph (US).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) THIẾT BỊ GIÁM SÁT SỨC CĂNG ỐNG CHẰNG ĐƯỢC GẮN Ở HIÊN

(57) Sáng chế đề cập tới thiết bị giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên để bỏ neo giàn khoan nổi và bao gồm giàn khoan được cải thiện được lắp hệ thống giám sát sức căng ống chằng với các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên được cấu tạo. Các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên của hệ thống này được tối ưu để gắn ở hiên. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng gắn ở hiên còn có thể được cấu tạo sao cho các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên được tối được gắn ở hiên có thể thay thế được. Các cảm biến có thể được thay thế để kéo dài thời gian sử dụng mong muốn của hệ thống giám sát sức căng ống chằng hoặc trong trường hợp cảm biến gặp trục trặc. Các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên có thể được cấu tạo theo các bộ cảm biến các vị trí đến hoặc tại các vị trí khác mà việc giám sát sức căng ống chằng có thể có ích đối với giàn khoan nổi.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới thiết bị giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các giàn có chân kéo căng hoặc "TLP" đã được sử dụng trong một thời gian để sản xuất dầu và khí ở ngoài khơi. Thông thường giàn có chân kéo căng sẽ được bỏ neo bằng cách nhóm các ống chằng ở mỗi góc của giàn khoan. Tuổi thọ của giàn khoan xác định có thể nằm trong khoảng từ 20 năm tới 50 năm trở lên và do đó cần phải đặt các hệ thống tại thực địa để giám sát sức căng ống chằng của giàn khoan để đảm bảo giàn khoan có thể tiếp tục các hoạt động tin cậy và an toàn. Theo thời gian, một số kết cấu khác nhau của để giám sát sức căng ống chằng đã trở thành giải pháp được lựa chọn cho các giàn có chân kéo căng ở ngoài khơi. Mỗi kết cấu liên quan tới việc sử dụng các đơn vị và cảm biến đo lường tải. Một kết cấu sử dụng các cảm biến theo trục trong khi một kết cấu khác sử dụng các cảm biến gắn ở hiên. Kiểu hệ thống theo trục thường được lắp như một phần của chuỗi ống chằng, trong khi đó kiểu hệ thống gắn ở hiên không phải là một phần của ống chằng nhưng thay vào đó được lắp trước như một phần của thiết bị nối đầu ống chằng. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng ("*TTMS: in-line Tendon Tension Monitoring System*") sẽ thường được cấu tạo để dùng các đơn vị đo lường tải bao gồm các phần ống chằng dài tương đối hoặc đường ống được rèn, và được nối theo trục gần đầu của thân ống chằng. Trong một kết cấu đã biết đến của hệ thống theo trục, các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên ("*VRMT: Variable Reluctance Measurement Technology*") có thể được cấu tạo và được lắp lên các mặt bích đối diện mà được lắp ở phần bên ngoài của phần đo tải của hệ thống theo trục.

Ngược lại với hệ thống theo trục, hệ thống giám sát sức căng ống chằng gắn ở hiên ("*TTMS*") thường được cấu tạo với ba hoặc nhiều cảm biến lực nén mà

được bố trí hờ trong bộ kết nối đầu ống chằng ("*TCA: Tendon top Connector Assembly*") và giữa các tấm đỡ được bố trí ở trên hoặc dưới bộ phận nối đầu uốn cong.

Theo thời gian đã trở nên rõ ràng rằng các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên được cấu tạo trên các hệ thống giám sát sức căng ống chằng theo trục đáng tin cậy hơn đáng kể so với các cảm biến tải mà thường được cấu tạo trong hệ thống giám sát sức căng ống chằng gắn ở hiên. Chi phí ban đầu cho hệ thống theo trục vượt xa so với chi phí của hệ thống gắn ở hiên. Tuy nhiên, các hệ thống gắn ở hiên thông thường không tạo ra tuổi thọ phục vụ vượt quá mười năm, và phát sinh các chi phí bổ sung đáng kể để phục vụ các hệ thống gắn ở hiên thông thường khi sức căng cần phải được loại bỏ khỏi ống chằng khi được bảo dưỡng. Do đó mong muốn tạo cấu tạo cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên đáng tin cậy hơn trong hệ thống gắn ở hiên. Một vấn đề với thiết lập như vậy là việc sử dụng các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên thông thường không đủ độ nhạy dịch chuyển để được sử dụng như một phần của hệ thống được gắn ở hiên. Ngoài ra còn có những cân nhắc về không gian vì không gian hạn chế có sẵn giữa hiên ống chằng và bộ phận nối đầu ống chằng. Các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên thông thường cũng không lắp vừa với biên dạng không gian mà hệ thống gắn ở hiên thông thường yêu cầu.

Liên quan tới các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên, một số tài liệu về lĩnh vực kỹ thuật có liên quan bộc lộ các thiết kế cảm biến VRMT theo trục, các tài liệu này bao gồm Bằng độc quyền sáng chế Mỹ số 7493827, 6752039, và 6422089; và Đơn đăng ký sáng chế Mỹ số 10/848525. Các phương pháp và hệ thống khuếch đại cơ học đã được bộc lộ thêm trong một số tài liệu về lĩnh vực kỹ thuật liên quan, bao gồm Bằng độc quyền sáng chế Mỹ số 6880408, Đơn đăng ký sáng chế Mỹ số 60/375789, và Đơn đăng ký sáng chế PCT số PCT/US03/12869. Các phương pháp và hệ thống giám sát tải cũng đã được bộc lộ trong một số tài liệu về lĩnh vực kỹ thuật liên quan, bao gồm Bằng độc quyền sáng chế Mỹ số

6748809, Đơn đăng ký sáng chế Mỹ số 10/848600 và 11/152303, và Đơn đăng ký sáng chế PCT số PCT/US03/15974.

Liên quan đến các thiết kế cảm biến VRMT, Bằng độc quyền sáng chế Mỹ số 7493827, được kết hợp trong phần mô tả này bằng cách viện dẫn toàn bộ nội dung của nó, mô tả cảm biến VRMT như một cảm biến mà sử dụng các lõi từ đối nhau được chứa trong ống đỡ. Mỗi lõi từ được lắp vào các đầu đối diện của ống đỡ. Do đó, khi ống đỡ kéo dài dọc theo trục ống, thì các đầu của ống đỡ, mà vuông góc với trục ống, tách rời ra. Mạch từ được tạo thành có cảm kháng được xác định bởi kích thước của khoảng trống giữa các lõi từ. Do đó, khi các lõi từ được lắp vào các đầu ống tách rời ra, thì kích thước của khoảng trống giữa các lõi từ tăng lên. Do đó, khi cảm kháng biến đổi, thì lượng kéo dài đã xảy ra có thể được xác định. Biết các đặc tính đàn hồi của vật liệu ống đỡ, thì độ lớn lực tác động lên ống đỡ có thể được tính. Tương tự, sự co lại của ống đỡ dẫn đến sự thay đổi theo cảm kháng biểu hiện lượng giảm sức căng. Ngoài ra, ống đỡ có thể có độ cứng rất nhỏ so với kết cấu mà ống đỡ này được lắp lên sao cho không có tải qua ống đỡ này và ống đỡ chỉ đơn giản là dịch chuyển lượng tương đương khi kết cấu này dịch chuyển trong vùng giữa các điểm lắp. Dạng kết hợp được thử nghiệm dưới tải đã biết để cung cấp sự hiệu chuẩn.

Bằng độc quyền sáng chế Mỹ số 7493827 tiếp tục bộc lộ rằng một trong số các lõi từ thường được ưu tiên được cấu tạo dưới dạng chữ C, và được lắp vào tấm đáy bằng giá đỡ. Tấm đáy này có thể là một trong số các đầu ống, hoặc tấm khác mà lần lượt được lắp vào ống đỡ này. Dạng chữ C được ưu tiên cho một trong số các lõi từ sao cho các cuộn dây có thể được đặt ở các đầu của các lõi có dạng chữ C. Tốt hơn là, lõi từ khác có dạng chữ I, và được lắp vào tấm đáy thứ hai bằng giá đỡ. Tấm đáy thứ hai, giống như tấm đáy thứ nhất, có thể là đầu ống khác, hoặc tấm khác mà lần lượt được lắp vào ống đỡ này. Do đó, khoang bên trong ống đỡ chứa cảm biến được tạo thành. Tốt hơn là, khoang chứa cảm biến được bịt kín để ngăn nước hoặc các tác nhân gây hư hại khác xâm nhập vào khoang này và làm hỏng cảm biến hoặc hệ thống dây của cảm biến. Khoang này còn có thể được đồ

đầy vật liệu kết bao có tính đàn hồi, dầu silicon, hoặc vật liệu phù hợp bất kỳ khác để bảo vệ các bộ phận bên trong khỏi các tác nhân môi trường chẳng hạn như nước. Việc lựa chọn vật liệu kết bao có tính đàn hồi có thể được chọn theo mức tiếp xúc môi trường được liệu trước của cảm biến. Ví dụ, trong các ứng dụng cụ thể, vật liệu thoát khí thấp có thể phù hợp nếu cảm biến này được sử dụng ở cao độ hoặc không gian cao trong khi vật liệu nén thấp có thể tốt hơn nếu cảm biến này được sử dụng dưới mực nước biển, chẳng hạn dưới nước hoặc dưới đất.

Tiếp tục mô tả các cảm biến VRMT, Bằng độc quyền sáng chế Mỹ số 7493827, còn mô tả rằng cuộn kích từ cuốn quanh các cực trên một trong số các lõi từ, và tạo ra kết nối điện để cảm kháng có giá trị thay đổi như hàm của các khoảng trống, và sự biến dạng trục của ống đỡ. Theo một phương án được ưu tiên, có hai cuộn kích từ, mỗi cuộn cuốn quanh đầu riêng biệt của lõi có dạng chữ C. Cách bố trí này giảm thiểu dạng phi tuyến tính của đáp tuyến do các hiệu ứng viên. Dây từ hai cuộn dây được bện và được lắp vào cáp mà nối chúng với mạch bên ngoài. Do đó, khi bị kích thích bởi điện áp xoay chiều (AC) bên ngoài, thì lõi có dạng chữ C, lõi có dạng chữ I và khoảng trống giữa các lõi chữ C và I này tạo thành phần tử của mạch từ. Từ trở của phần tử này được chi phối bởi khoảng trống vì các lõi chữ C và I được chế tạo từ các vật liệu có độ từ thẩm cao có từ trở rất nhỏ. Cảm kháng cảm biến được ghép nối với dung kháng cố định, định trước trong mạch dao động cuộn cảm-tụ điện cộng hưởng (LC). Tần số cộng hưởng của mạch LC là hàm của khoảng trống giữa các lõi chữ C và chữ I. Do đó, sự thay đổi về kích thước khoảng trống dẫn đến sự thay đổi về tần số dao động. Vì bộ phận duy nhất có thể thay đổi được trong cảm biến là số cuộn dây kích từ, nên cảm biến này tránh khỏi ảnh hưởng của sự lệch tần số.

Cuối cùng, khi mô tả cảm biến VRMT sử dụng trong cấu tạo cảm biến theo trục, Bằng độc quyền sáng chế Mỹ số 7493827 bộc lộ rằng, để đo tải trên thiết bị tĩnh, ví dụ, dây xích bỏ neo thêm lục địa, thì ống đỡ được lắp cố định vào bề mặt của khâu nối cảm biến, và khâu nối cảm biến này được đặt như một mắt xích trong dây xích. Ống đỡ có thể được lắp vào bề mặt của khâu nối cảm biến sử dụng

các chốt, bằng cách hàn, hoặc bằng các phương tiện lắp bất kỳ khác. Để cảm biến đo tải trên khâu nối cảm biến, tốt hơn là vật liệu ống cảm biến và vật liệu khâu nối cảm biến phải phù hợp với nhau, tốt nhất là vật liệu giống nhau hoặc vật liệu có cùng hệ số giãn nở nhiệt. Theo một phương án được ưu tiên, ống đỡ và khâu nối cảm biến được tạo thành bằng thép. Khi được sử dụng trong các ứng dụng hàng hải, tốt hơn là một lớp bảo vệ được áp dụng cho ống đỡ và khâu nối cảm biến này.

Các bộ khuếch đại cơ học cũng được sử dụng kết hợp với các cảm biến VRMT, với một cấu tạo khuếch đại như vậy được mô tả trong Bảng độc quyền sáng chế Mỹ số 6,880,408, được kết hợp trong phần mô tả này bằng cách viện dẫn toàn bộ nội dung của nó. Bộ khuếch đại như vậy được mô tả để khuếch đại tải xác định bằng cách nhân độ dịch chuyển với độ cứng của chi tiết mang tải để thu được kết quả đo độ dịch chuyển đáng tin cậy. Độ chính xác của phép đo theo phần trăm của tải tỷ lệ tự nhiên được xác định bằng tỷ số của độ dịch chuyển nhỏ nhất mà thiết bị có thể phân giải thành độ dịch chuyển khi tải đầy. Theo sáng chế này, một phương án của các bộ khuếch đại cơ học được mô tả bao gồm các bộ đệm lắp bộ khuếch đại thứ nhất và thứ hai, ít nhất một trong số các bộ đệm lắp bộ khuếch đại thứ nhất và thứ hai này nối với chi tiết mang tải, các bộ đệm lắp cảm biến thứ nhất và thứ hai được nối với các bộ đệm lắp bộ khuếch đại thứ nhất và thứ hai qua các chi tiết nối uốn cong; và một cảm biến được nối với các bộ đệm lắp cảm biến thứ nhất và thứ hai.

Liên quan đến các thiết kế thông thường của các hệ thống gắn ở hiên, các cảm biến lực nén được sử dụng trong các hệ thống như vậy và vì được cấu tạo nên chúng có độ nhạy cần thiết để làm việc trong không gian hạn chế sẵn có giữa hiên ống chằng và bộ nối đầu ống chằng. Một nhược điểm lớn với các cảm biến lực nén mà thường được cấu tạo trong các hệ thống gắn ở hiên là ở chỗ chỉ sau một vài năm phục vụ, thì các cảm biến này cung cấp các tín hiệu đo không đáng tin cậy. Điều này không có lợi cho giàn khoan nổi mà có thể có thời gian phục vụ nằm trong khoảng từ 20 đến 50 năm vì có nghĩa rằng các cảm biến lực nén cần phải được bảo dưỡng thường xuyên trong suốt thời gian phục vụ của giàn khoan.

Ngoài nhược điểm này, cảm biến lực nén và các cảm biến được nhúng của chúng không thể được bảo dưỡng hoặc thay thế mà hoàn toàn không loại bỏ sức căng khỏi đường ống chẳng được liên kết. Điều này dẫn đến chi phí phục vụ và thời gian ngừng hoạt động tiềm năng tăng lên đối với giàn khoan nhất định mà phát sinh thêm các chi phí.

Một nhược điểm khác liên quan đến hệ thống giám sát sức căng ống chẳng có cảm biến lực nén được gắn ở hiện là kết quả từ cách bố trí của các cảm biến lực nén rời rạc về phía trục trung tâm của bộ nối đầu ống chẳng. Điều này dẫn đến đường truyền tải không liên tục từ tấm tải phía trên tới tấm tải phía dưới. Điều này đòi hỏi các tấm tải phải đủ cứng để chống lại độ lệch đáng kể giữa các điểm tiếp xúc cảm biến tải, và cũng đủ rộng để truyền lực căng trong số các cảm biến lực nén rời rạc. Cả hai yếu tố này dẫn đến các đoạn tấm nặng và đắt tiền, gây ra chi phí ban đầu đáng kể và một lần nữa đòi hỏi chi phí bổ sung cho dịch vụ.

Do đó, hệ thống giám sát sức căng ống chẳng gắn ở hiện được mong muốn rằng phải giảm các yêu cầu bảo dưỡng theo thời gian và khả năng bảo dưỡng đơn giản hơn khi cần. Còn được mong muốn tối ưu và sử dụng các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên trong hệ thống giám sát sức căng ống chẳng gắn ở hiện.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất hệ thống giám sát sức căng ống chẳng gắn ở hiện cho các giàn có chân kéo căng sử dụng các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên thay vì các kiểu “cảm biến” lực nén thông thường. Kết quả là, hệ thống giám sát sức căng ống chẳng có lợi có ít khoảng thời gian bảo dưỡng được lường trước trong toàn bộ thời gian hoạt động của giàn khoan trong khi có thể được bảo dưỡng mà không cần phải loại bỏ hoàn toàn sức căng với chân cụ thể của giàn có chân kéo căng. Hệ thống giám sát sức căng ống chẳng được mô tả trong phần mô tả bao gồm kết cấu được tối ưu của các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên, trong đó cảm biến này được tăng số vòng dây quanh mỗi đầu của các lõi chữ C

của chúng hoặc ngoài ra được lắp trong các bộ khuếch đại cơ học hoặc vừa được tăng số vòng dây và vừa lắp trong các bộ khuếch đại cơ học. Dây các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên được tối ưu có thể được cấu tạo như một phần của hệ thống được gắn ở hiên. Các cảm biến này có thể được bố trí giữa các mặt bích nối đầu ống chằng và có thể được cấu tạo để đo khoảng trống giữa các mặt bích này. Lúc đó hệ thống có thể tính và báo cáo sức căng ống chằng dựa trên mức thay đổi trong khoảng trống này. Vì các cảm biến này không yêu cầu đỡ một phần đáng kể tải nén để hoạt động, nên tải có thể đỡ có thể được cung cấp bởi xy lanh nén tập trung, làm cho kết cấu nhỏ hơn, hiệu quả hơn mà không cần phải tháo rời các cảm biến được yêu cầu thay thế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các khía cạnh và ưu điểm khác nhau có trong một hoặc nhiều phương án làm ví dụ của sáng chế và các phương án cải biến của các phương án này sẽ trở nên dễ dàng được đánh giá cao hơn khi được hiểu rõ hơn nhờ tham khảo phần mô tả chi tiết sau đây, có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình mặt cắt ngang mặt bên của một phương án của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên gắn ở hiên.

Fig.2 là hình chiếu phối cảnh của cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên được tối ưu để gắn hiện được cấu tạo trong bộ khuếch đại sức căng cơ học.

Fig.3 là hình mặt cắt ngang mặt bên được phóng to của một mặt của a cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên gắn ở hiên của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên như được thể hiện trên Fig.1.

Fig.4 là hình mặt cắt ngang mặt bên được phóng to của một mặt của phần giám sát sức căng ống chằng của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên như được thể hiện trên Fig.1.

Fig.5 là hình chiếu bằng được phóng to của phần giám sát sức căng ống chằng của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên như được thể hiện trên Fig.1 với tâm tải phía trên được tháo ra.

Fig.6 là hình phối cảnh chi tiết của phần giám sát sức căng ống chằng của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên được thể hiện trên Fig.1.

Fig.7 là hình mặt cắt ngang mặt bên của một phương án thay thế của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên gắn ở hiên.

Fig.8 là hình mặt cắt ngang mặt bên của một phương án thay thế của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên gắn ở hiên trong đó hệ thống giám sát sức căng ống chằng được cấu tạo bên dưới phần nổi đầu uốn cong.

Fig.9 là hình mặt cắt ngang mặt bên của một phương án thay thế của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên gắn ở hiên trong đó hệ thống giám sát sức căng ống chằng được cấu tạo bên dưới phần nổi đầu uốn cong và mỗi cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên được lắp trong bộ khuếch đại sức căng cơ học.

Fig.10 là hình chiếu cạnh của cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên ("VRMT") đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan.

Fig.11 là hình chiếu cạnh của cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên ("VRMT") được tối ưu để gắn ở hiên, có thể được cấu tạo theo một phương án của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên gắn ở hiên.

Fig.12 là hình vẽ đồ thị thể hiện cảm kháng là hàm của số lượng dây cuộn đối với một số phương án của cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên

("VRMT") được tối ưu để gắn ở hiên, có thể được cấu tạo theo một phương án của hệ thống giám sát sức căng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên gắn ở hiên.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án làm ví dụ được thể hiện có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Nên hiểu rằng các phương án và các hình vẽ được bộc lộ trong phần mô tả này chỉ được coi như là ví dụ minh họa thay vì nhằm làm hạn chế sáng chế. Không có hạn chế với phạm vi của công nghệ mà sau đây được đưa vào các ví dụ được thể hiện trên các hình vẽ và được đề cập trong phần mô tả này.

Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên ("TTMS") sử dụng các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên ("VRMT") được tối ưu thay vì sử dụng các "cảm biến" lực nén thông thường được mô tả trong phần mô tả sáng chế này. Hệ thống như vậy thường được lắp đặt kết hợp với hệ thống bỏ neo thẳng đứng cho giàn khoan nổi. Các hệ thống này thường được sử dụng cho các giàn khoan nằm trong khoảng từ 1000 ft tới 6000 ft (từ 304,8m tới 1828,8m) độ sâu nước ngoài khơi, mặc dù các hệ thống này cũng có thể được sử dụng ở các độ sâu bên ngoài dải này. Nói chung, các hệ thống giám sát sức căng ống chằng giúp xác nhận sức căng của các neo là đủ để đảm bảo rằng tần số tự nhiên của hệ thống giàn khoan là đủ cao hơn so với các tần số sóng và các điều kiện xảy ra tự nhiên khác mà có thể ảnh hưởng tới tính ổn định của giàn khoan. Khác với hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên đã biết ở lĩnh vực kỹ thuật liên quan mà các "cảm biến" lực nén rời rạc được sử dụng, theo một phương án, thiết kế mới được cấu tạo với cảm biến lực nén hình trụ đơn đối xứng trục với đường lực với bộ kết nối đầu ống chằng ("TCA"). Những lợi ích từ cấu tạo như vậy bao gồm những lợi ích sau đây: (1) lực truyền giữa các tấm tải trên và dưới của TCA liên tục về phía chu vi của bề mặt tiếp xúc giữa các tấm tải và cảm biến lực nén, và cảm biến lực nén này và các cảm biến nhỏ gọn hơn về khoảng cách xuyên tâm so với hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên thông thường sử dụng các cảm biến lực nén; điều này dẫn đến kích thước, trọng lượng, và chi phí của

tầm tải TCA giảm xuống đáng kể và còn làm cho tầm tải này có thể dễ dàng được xử lý tại chỗ; (2) các cảm biến được tách rời khỏi cảm biến lực nén và có thể được thay thế mà không cần phải loại bỏ sức căng ống chằng; điều này dẫn đến khả năng bảo dưỡng đơn giản hơn của hệ thống TTMS; và (3) các cảm biến dựa trên các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên, do đó cung cấp cả độ chính xác được cải thiện và thời gian phục vụ dài hơn đáng kể khi so với các cảm biến của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng kiểu “cảm biến” lực nén thông thường.

Việc thiết kế lại các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên đã biết ở lĩnh vực kỹ thuật liên quan cho phép các cảm biến được thiết kế thay thế các kiểu “cảm biến” lực nén thông thường của hệ thống đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan cũng cần thiết. Theo một phương án, cảm biến VRMT được tối ưu để gắn ở hiên có thể được cấu tạo với số vòng dây tăng lên ở mỗi đầu của lõi chữ C. Theo một phương án, cảm biến VRMT được tối ưu để gắn ở hiên có thể được cấu tạo với các bộ khuếch đại cơ học. Theo một phương án khác, cảm biến VRMT được tối ưu để gắn ở hiên có thể được tạo cấu hình với cả số vòng dây tăng lên tại mỗi đầu của lõi chữ C và các bộ khuếch đại cơ học.

Theo một phương án, hệ thống giám sát sức căng ống chằng gắn ở hiên có thể bao gồm dây cảm biến VRMT được tối ưu để gắn ở hiên. Dây như vậy có thể được cấu tạo để lắp được vào giữa các mặt bích nối đầu ống chằng trong khoảng trống mà sẽ bị chiếm bởi các kiểu “cảm biến” lực nén trong các thiết kế đã biết của lĩnh vực kỹ thuật liên quan. Các cảm biến VRMT được tối ưu để gắn ở hiên hoạt động bằng cách đo khoảng trống giữa các mặt bích. Lúc đó hệ thống này có thể sử dụng kết quả đo này để tính và báo cáo sức căng ống chằng dựa trên mức thay đổi trong khoảng trống này. Khoảng cách khoảng trống sẽ giảm khi tải tăng lên, ngược lại với cách thiết kế hệ thống theo trục được cấu tạo mà đã biết ở lĩnh vực kỹ thuật liên quan.

Ngược lại, trong hệ thống sử dụng kiểu “cảm biến” lực nén thông thường, thì tải ống chằng được truyền giữa các mặt bích thông qua các cảm biến tải này. Theo một phương án của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên gắn ở hiên ("PM-VRMT-TTMS"), thì tải được mang thông qua cảm biến lực nén hình trụ đơn, được lắp giữa hai mặt bích. Đối với vị trí lắp cảm biến VRMT được mô tả, thì các cảm biến VRMT được đặt sao cho các cảm biến này nằm bên ngoài đường tải. Điều này làm tăng độ tin cậy của hệ thống và cho phép bảo dưỡng các cảm biến VRMT trong khi sức căng ống chằng được duy trì và hệ thống vẫn ở trong trạng thái hoạt động.

Trên các hình vẽ từ Fig.1 tới Fig.6, một phương án của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên ("PM-VRMT-TTMS") 10 được thể hiện. Hệ thống và/hoặc cụm chi tiết này bao gồm một số lợi ích vượt qua các thiết kế đã biết ở lĩnh vực kỹ thuật liên quan như được mô tả trong phần mô tả kèm theo. Trên Fig.1, PM-VRMT-TTMS 10 bao gồm mỗi phần sau đây: bộ nối đầu ống chằng 12, phần giám sát sức căng ống chằng 14, và bộ nối bên dưới 16. Bộ nối đầu ống chằng 12 có thể bao gồm bộ phễu trượt 20, móc 22, và còn có thể bao gồm các bộ phận khác. Bộ nối đầu ống chằng giúp cố định PM-VRMT-TTMS 10 với ống bao ống chằng 18, mà chứa ống chằng. Theo một phương án, phần giám sát sức căng ống chằng 14 có thể bao gồm tấm tải trên 24, tấm tải dưới 26, tấm chèn cao su 34, nhiều cảm biến VRMT dưới tối ưu để gắn ở hiên 28, mỗi cảm biến được lắp trong bộ khuếch đại sức căng cơ học 30, và cảm biến lực nén hình trụ đơn 40. Theo một phương án thay thế của sáng chế, nhiều cảm biến lực nén hình trụ có thể được cấu tạo gần cảm biến lực nén trung tâm, hoặc nếu không có cảm biến lực nén trung tâm, thì tấm chèn đàn hồi bên trong có thể được lắp để ngăn sự xâm nhập của nước biển từ lỗ bên trong của các tấm tải. Theo phương án được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.1 tới Fig.6, sáu cảm biến VRMT 28 được thể hiện, mỗi cảm biến được lắp trong bộ khuếch đại sức căng cơ học 30, giữa tấm tải trên 24 và tấm tải dưới 26. Theo một phương án nhiều hoặc ít cảm biến hơn có thể được cấu tạo, và khoảng cách/vị trí của mỗi cảm biến có thể cũng khác với

khoảng cách/vị trí được thể hiện. Fig.2 thể hiện một trong số các cảm biến VRMT được tối ưu để gắn ở hiên 28 được lắp trong bộ đo sức căng bộ khuếch đại cơ học 30. Fig.3 là hình chiếu cạnh được phóng to thể hiện một trong số các cảm biến 28 được lắp trong bộ đo sức căng bộ khuếch đại cơ học 30. Trên hình vẽ này, các khe lắp bộ đo sức căng bộ khuếch đại cơ học lắp 32 được thể hiện nổi bật hơn. Các khe 32 này có thể được cấu tạo theo một phương án để hỗ trợ khả năng bảo dưỡng của PM-VRMT-TTMS 10. Fig.4 là hình chiếu cạnh thể hiện nhiều cảm biến VRMT được tối ưu để lắp hiên 28 được lắp trong bộ đo sức căng bộ khuếch đại cơ học 30, và được cấu tạo giữa tấm tải trên 24 và tấm tải dưới 26. Fig.5 tương tự là hình vẽ thể hiện hình chiếu bằng của kết cấu được thể hiện trên Fig.4. Fig.6 là hình phối cảnh chi tiết rời của cùng một phần của phần giám sát sức căng ống chằng 14 được thể hiện trên Fig.1, Fig.4, và Fig.5. Trên hình vẽ này tấm tải trên 24 được thể hiện đặt cách tấm tải dưới 26. Cảm biến VRMT được tối ưu để gắn ở hiên 28 được thể hiện trên tấm tải dưới 26. Tấm tải trên còn được thể hiện được đặt cách tấm tải dưới 26 bởi tấm chèn hình trụ bằng cao su khác 34. Tấm chèn này được đặt vào vị trí để bảo vệ cảm biến 28 và có thể được tạo thành từ các vật liệu khác nhau với cao su là vật liệu thông thường nhất. Vùng rỗng bao quanh các cảm biến VRMT giữa tấm chèn bằng cao su và các tấm tải trên và dưới còn thường được đổ đầy chất lỏng không dẫn điện chẳng hạn như chất lỏng nền silicon hoặc gel. Các chất lỏng không có nước khác cũng có thể được sử dụng. Mục đích của chất lỏng hoặc gel không dẫn điện này là để bổ sung các biện pháp ngăn ngừa chống lại sự biến chất ăn mòn bởi nước biển của các vật liệu làm cảm biến tải, cảm biến, đồ đạc và thiết dẫn điện.

Theo một phương án của phần giám sát sức căng ống chằng 14 trên Fig.1, Fig.4, và Fig.5, mỗi khe 32 chứa bộ đo sức căng bộ khuếch đại cơ học 30 và cảm biến VRMT 28, còn có thể được kéo dài về phía các đầu ở phía ngoài của các tấm tải sao cho khi bảo dưỡng cảm biến cụ thể thì chúng có thể dễ dàng trượt vào trong và ra ngoài vị trí chức năng của chúng. Tính năng này khi được cấu tạo có

thể cho phép bộ đo sức căng bộ khuếch đại cơ học 30 và cảm biến VRMT 28 dễ dàng được bảo dưỡng và thay thế hơn.

Trên Fig.7, một phương án thay thế của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên gắn ở hiên ("PM-VRMT-TTMS") 10 được thể hiện. Hầu hết, phương án này giống và có các đặc điểm cấu trúc giống như phương án được mô tả trên các hình vẽ từ Fig.1 tới Fig.6, sự khác nhau ở chỗ bộ khuếch đại sức căng cơ học có thể tháo ra khỏi hệ thống. Đối với phương án được thể hiện trên Fig.7, các cảm biến VRMT được tối ưu để gắn ở hiên 28 được lắp vào tấm tải trên 24 và tấm tải dưới 26 mà không cần phải cấu tạo bộ khuếch đại sức căng cơ học. Như được mô tả ở trên và dưới dựa vào Fig.11, trong phương án này, các cảm biến VRMT được tối ưu gắn ở hiên 28 có thể được sử dụng cho cách bố trí này.

Trên Fig.7, bộ nối bên dưới 16 được thể hiện và được bố trí ở dưới phần giám sát sức căng ống chằng 14. Cụm chi tiết này có thể bao gồm phần nối đầu uốn cong 36, chi tiết nối bên dưới 38, và còn có thể bao gồm các bộ phận khác. Bộ nối bên dưới 16 hỗ trợ cố định phần giám sát sức căng ống chằng 14 với ống chứa ống chằng 18.

Trên Fig.8 và Fig.9, một phương án thay thế của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên gắn ở hiên 110 được thể hiện trong đó hệ thống giám sát sức căng ống chằng được cấu tạo bên dưới phần nối đầu uốn cong 136. Fig.8 thể hiện phương án trong đó các cảm biến VRMT 128 được cấu tạo không có các bộ khuếch đại sức căng cơ học và Fig.9 thể hiện phương án trong đó các cảm biến VRMT 128, mỗi cảm biến được cấu tạo với bộ khuếch đại sức căng cơ học 130.

Trên cả Fig.8 và Fig.9, theo phương án được thể hiện, thì bộ nối đầu ống chằng 112 có thể bao gồm bộ phễu trượt 120, móc 122, và còn có thể bao gồm các bộ phận khác. Sáu cảm biến VRMT 128 được thể hiện được cấu tạo ở dưới phần nối đầu uốn cong phụ 136 và giữa tấm tải trên chi tiết uốn cong 138 và tấm tải

dưới chi tiết uốn cong phụ 148. Theo một phương án nhiều hoặc ít cảm biến có thể được cấu tạo, và khoảng cách/vị trí của mỗi cảm biến cũng có thể khác với khoảng cách/vị trí được thể hiện. Theo một phương án, các khe (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể được cấu tạo để hỗ trợ khả năng bảo dưỡng của các cảm biến VRMT 128. Theo một phương án, tấm chặn hình trụ bằng cao su 134 cũng có thể được cấu tạo. Tấm chặn này được đặt vào vị trí để bảo vệ cảm biến 128 và có thể được tạo thành từ các vật liệu khác nhau với cao su là vật liệu thông thường nhất. Vùng rỗng bao quanh các cảm biến VRMT giữa tấm chặn bằng cao su và các tấm tải trên và dưới còn thường được đổ đầy chất lỏng không dẫn điện chẳng hạn như chất lỏng nền silicon. Các chất lỏng khác cũng có thể được sử dụng. Trên phía mặt bên trong của cảm biến VRMT 128, cảm biến lực nén hình trụ đơn 140 được thể hiện, mặc dù nhiều cảm biến lực nén hình trụ có thể được cấu tạo. Tương tự với các phương án khác, hệ thống 110 nối với ống chứa ống chằng 118 trên đầu dưới của nó.

Theo các phương án khác nhau được mô tả của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên, thì các vị trí khác nhau của cảm biến VRMT được cấu tạo trong mỗi phương án sẽ có ảnh hưởng với mômen uốn của hệ thống và do đó các hệ số điều chỉnh khác nhau có thể được áp dụng cho các phép đo của các cảm biến VRMT để giải quyết sự khác biệt này.

Liên quan đến dây diện của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ từ trở biến thiên để gắn ở hiên, cáp phải được đi tới mỗi cảm biến VRMT được tối ưu để gắn ở hiên sao cho hoạt động đọc có thể được thu thập và xử lý bởi hệ thống tính và sau đó chuyển tiếp tới nhân viên vận hành. Theo một phương án, việc đi cáp từ các cảm biến thường sẽ phải đi từ các cảm biến và đi ra bên ngoài phần giám sát sức căng ống chằng 14 thông qua các lỗ cáp bằng cao su (hoặc các vòng bít làm kín) sao cho vật liệu lỏng trong khoang rỗng giữa các tấm tải không thoát ra ngoài. Lúc đó, việc đi cáp có thể kéo dài tới điểm chuyển tiếp hoặc tất cả các đường đi tới bề mặt. Phần mô tả về một phương án có thể có này không nhằm hạn chế kết cấu đi cáp và các kết cấu đi cáp khác có thể được sử

dụng. Ví dụ, các cảm biến còn có thể truyền dữ liệu đo lường của chúng theo phương thức truyền không dây và các cảm biến nay có thể được cấp nguồn bởi đường dây điện hoặc bởi hệ thống pin. Trong kết cấu thông thường, các cảm biến VRMT và thiết bị biến đổi tín hiệu được cấp nguồn bởi các đường dây điện và dữ liệu được chuyển tiếp qua các kết nối có dây. Ngoài ra, các cảm biến cũng có thể được nối với bộ nhận dữ liệu/biến đổi tín hiệu được cấp nguồn bằng pin được trang bị với các môđun lưu trữ dữ liệu mà có thể được lấy ra bởi một thợ lặn hoặc phương tiện được điều khiển từ xa (*ROV: Remote Operated Vehicle*). Có nhiều kết cấu đường dẫn dây khác nhau có thể được sử dụng theo cách hiểu của người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật có liên quan.

Như được đề cập ở trên, hệ thống tính có thể được sử dụng để thu thập, ghi nhật ký, xử lý, phân tích, phát đi, và hiển thị hoạt động đọc từ cảm biến VRMT được tối ưu để gắn ở hiên của hệ thống được mô tả trong phần mô tả sáng chế này. Hệ thống này còn có thể được sử dụng để xác định khi các cảm biến có thể gặp trục trặc và thực hiện hoạt động đọc không chính xác. Một phương pháp để xác định nếu cảm biến thực hiện hoạt động đọc không chính xác hay không là so sánh với các cảm biến khác trong cùng nhóm hoặc bộ cảm biến được sử dụng quanh ống chằng. Nếu cảm biến báo cáo các giá trị khác với các cảm biến khác trong cùng nhóm hoặc bộ của nó, thì điều này là chỉ báo lúc này có thể cần phải thay thế cảm biến này.

Trên Fig.10, cảm biến ("VRMT") sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên đã biết ở lĩnh vực kỹ thuật liên quan được thể hiện. Thiết kế cảm biến VRMT này có vị trí cuộn dây thông thường giống như được sử dụng trước đó trên các hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng cảm biến VRMT theo trục. Như đã đề cập trước đây, do các hạn chế về không gian của thiết kế đã biết của các "cảm biến" lực nén kiểu gắn ở hiên, thì thiết kế cảm biến VRMT này sẽ không thể sử dụng được trên kết cấu hiên thông thường.

Trên Fig.11, thiết kế cảm biến VRMT được tối ưu để gắn ở hiên được thể hiện. Cảm biến này có thể được cấu tạo theo một phương án của hệ thống giám sát sức căng ống chằng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên gắn ở hiên như được mô tả trong phần mô tả sáng chế. Như có thể được thấy trong thiết kế này, các vị trí cuộn dây đã được thay đổi, trong đó mỗi cuộn dây thứ nhất 50 và cuộn dây thứ hai 60 được di chuyển lên cao hơn trên chân bên trái thứ nhất 52 và chân bên phải thứ hai 62 của mỗi đầu lõi chữ C 70. Cảm biến VRMT lõi chữ I 80 cũng được thể hiện. Lõi chữ I của cảm biến VRM, cùng với lõi chữ C, hoạt động như một cặp chi tiết lõi từ thẩm. Mỗi lõi được lắp vào các tấm tải riêng biệt sao cho khoảng cách thay đổi giữa các tấm tải khiến cho khoảng trống giữa lõi chữ I và lõi chữ C thay đổi. Điện áp AC cấp điện năng cho các cuộn dây quanh các đầu của lõi chữ C tạo ra điện cảm mà thay đổi theo hàm của khoảng trống này, và do đó, cũng là mức dịch chuyển giữa các tấm tải. Độ cứng của bộ hoặc các cảm biến lực nén hình trụ có thể được điều chỉnh và/hoặc cấu tạo dựa trên điểm tải kéo đứt được thiết kế hoặc được xem xét trước cho ống chằng của TLP. Các tối ưu khác từ cảm biến VRMT đã biết ở lĩnh vực kỹ thuật liên quan được mô tả ở trên là số lượng dây cuộn trong cả cuộn dây thứ nhất 50 và cuộn dây thứ hai 60 phải tăng lên. Bằng cách tăng số lượng dây cuộn trong mỗi cuộn dây thì các giá trị cảm kháng tăng lên và độ nhạy đo lớn hơn có thể đạt được. Ví dụ, các cuộn dây đã biết ở lĩnh vực kỹ thuật liên quan được cấu tạo với 82 vòng của dây 24 AWG và theo phương án được ưu tiên các cuộn dây của cảm biến VRMT được tối ưu để gắn ở hiên có thể được cấu tạo với 164 vòng của dây 24 AWG. Ví dụ này không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế. Các cách tối ưu này cho phép cảm biến VRMT được tối ưu để gắn ở hiên cần được cấu tạo theo các phương án khác nhau của hệ thống giám sát sức căng ống chằng gắn ở hiên như được mô tả trong phần mô tả sáng chế và tạo ra phạm vi đo dịch chuyển rộng hơn cho cảm biến VRMT cụ thể.

Trên Fig.12, một đồ thị được thể hiện nhằm minh họa giá trị cảm kháng là hàm của số lượng dây cuộn đối với các kết cấu có khả năng khác nhau của cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên (“VRMT”) được tối ưu để gắn ở hiên,

như được cấu tạo theo một phương án của hệ thống giám sát sức căng sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên gắn ở hiên. Như được mô tả ở trên, độ thị biểu diễn này thể hiện rằng bằng cách tăng số lượng dây cuộn trong mỗi cuộn dây thì các giá trị cảm kháng có thể tăng lên và độ nhạy đo lớn hơn có thể đạt được. Như đề cập, bằng cách tối ưu số lượng dây cuộn và do đó độ nhạy của các cảm biến VRMT, phạm vi đo dịch chuyển rộng hơn đối với cảm biến VRMT cụ thể có thể đạt được.

Mặc dù các khái niệm được bộc lộ trong phần mô tả sáng chế đã được mô tả kết hợp với hình thức ứng dụng và các phương án sửa đổi được ưu tiên, nhưng người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan phải hiểu rằng có nhiều phương án sửa đổi khác có thể được thực hiện. Do đó, các phương án đã được mô tả ở trên không nhằm mục đích hạn chế phạm vi của các khái niệm được bộc lộ theo bất kỳ cách nào.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên bao gồm: bộ kết nối được cấu tạo để kết nối với đầu của ống chằng; và thiết bị giám sát sức căng ống chằng cố định với bộ kết nối và bao gồm: cặp mặt bích lắp gần như song song được tách rời nhau bởi khoảng cách trục; các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên, mỗi cảm biến này bao gồm lõi chữ C và lõi chữ I, và lõi chữ C bao gồm dây cuộn; các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên này được bố trí giữa cặp mặt bích lắp gần như song song nêu trên, sao cho lõi chữ C hoặc lõi chữ I không được nối cố định với một trong hai mặt bích lắp gần như song song, và được cấu tạo để đo mức thay đổi theo khoảng cách trục giữa cặp mặt bích này; và một hoặc nhiều cảm biến lực nén hình trụ được bố trí ở giữa và đỡ các mặt bích này.
2. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 1, trong đó mỗi cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên được lắp trong bộ khuếch đại sức căng cơ học giữa cặp mặt bích lắp gần như song song.
3. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 2, trong đó cặp mặt bích lắp gần như song song bao gồm các khe, mà trong đó mỗi bộ khuếch đại sức căng cơ học được lắp vào trong ít nhất một khe này.
4. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm tấm chẹn, tấm chẹn này bao quanh các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên và được cấu tạo để ức chế sự xâm nhập của nước biển vào không gian trục giữa các mặt bích lắp gần như song song.
5. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 4, trong đó tấm chẹn này bao gồm cao su.
6. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 4, trong đó thể tích được bao quanh bởi cặp mặt bích lắp gần như song song, tấm chẹn, và một hoặc nhiều cảm biến lực nén hình trụ được đổ đầy chất lỏng không dẫn điện.

7. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 6, trong đó chất lỏng không dẫn điện là chất lỏng nền silicon hoặc gel.
8. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 6, trong đó chất lỏng không dẫn điện là chất lỏng không chứa nước.
9. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 4, trong đó tấm chẹn được lắp khớp vào phần chu vi bên ngoài của cặp mặt bích lắp gần như song song.
10. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 1, trong đó một hoặc nhiều cảm biến lực nén hình trụ bao gồm nhiều cảm biến lực nén hình trụ.
11. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 1, trong đó các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên cách đều xuyên tâm từ trục trung tâm theo chiều dọc của ống chằng.
12. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 1, trong đó các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên được đặt cách đều quanh cặp mặt bích lắp gần như song song.
13. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 1, trong đó các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên này được cấu tạo để thu thập dữ liệu phản hồi mức thay đổi theo khoảng cách trục giữa cặp mặt bích lắp gần như song song này, và thiết bị này còn bao gồm hệ thống tính được cấu tạo để nhận và xử lý dữ liệu nêu trên.
14. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 13, trong đó hệ thống tính được kết nối truyền thông với các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên.

15. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 13, trong đó hệ thống tính được kết nối truyền thông với các cảm biến sử dụng công nghệ đo từ trở biến thiên thông qua cáp.

16. Hệ thống giám sát sức căng ống chằng được gắn ở hiên theo điểm 1, trong đó dây cuộn của lõi chữ C bao gồm ít nhất 164 vòng dây.

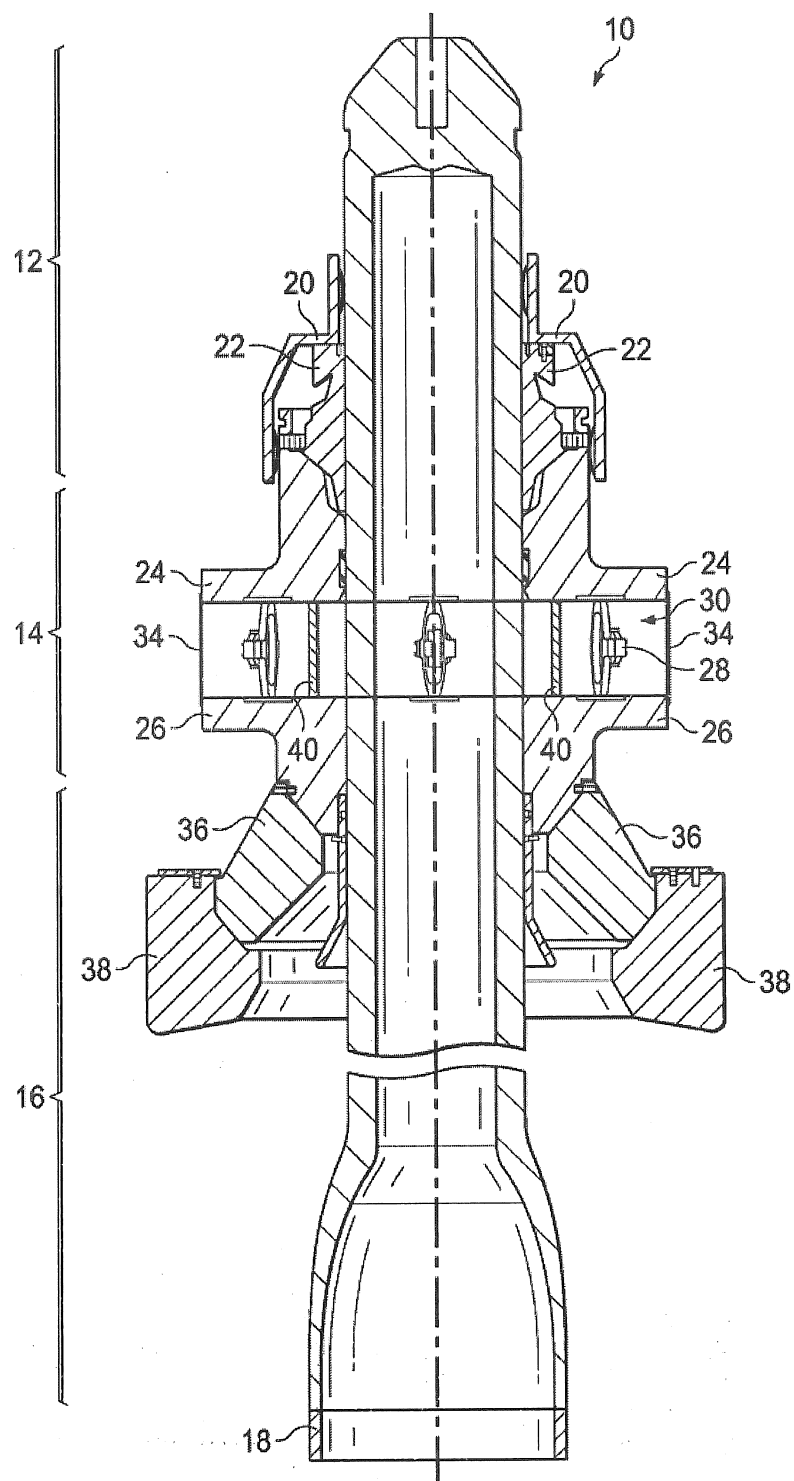


Fig. 1

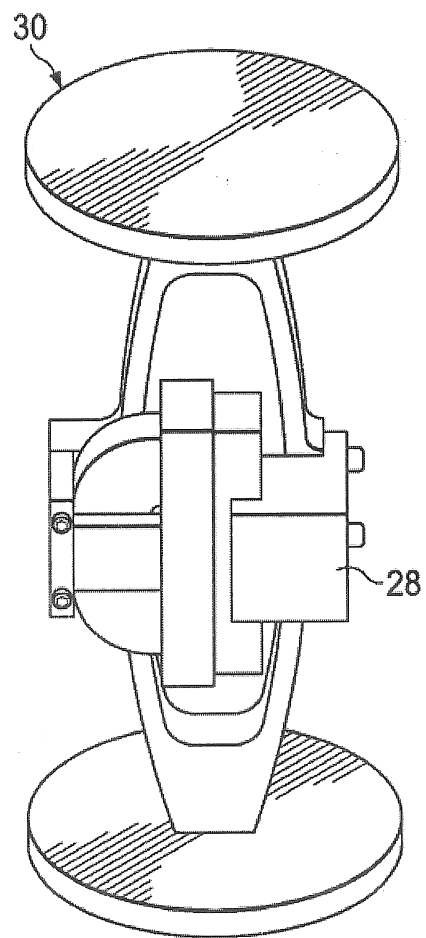


FIG. 2

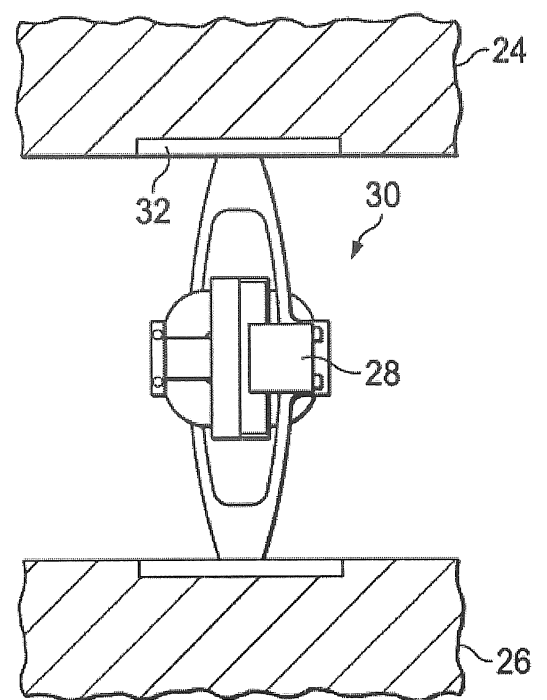


FIG. 3

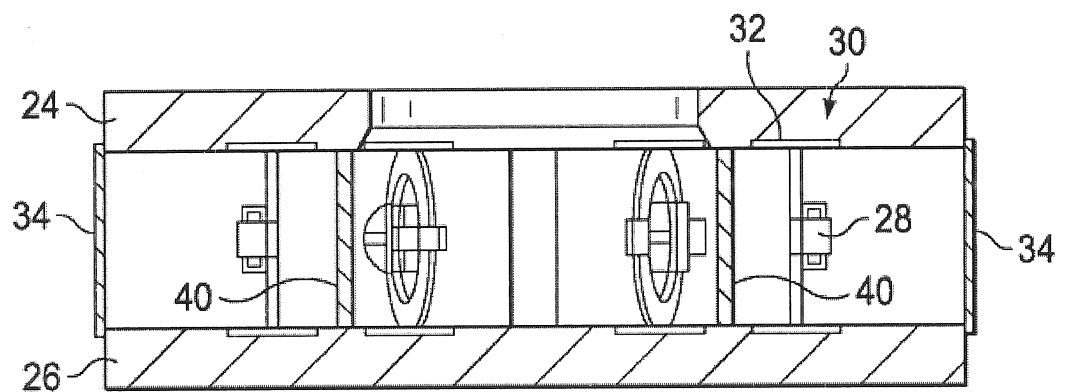


Fig. 4

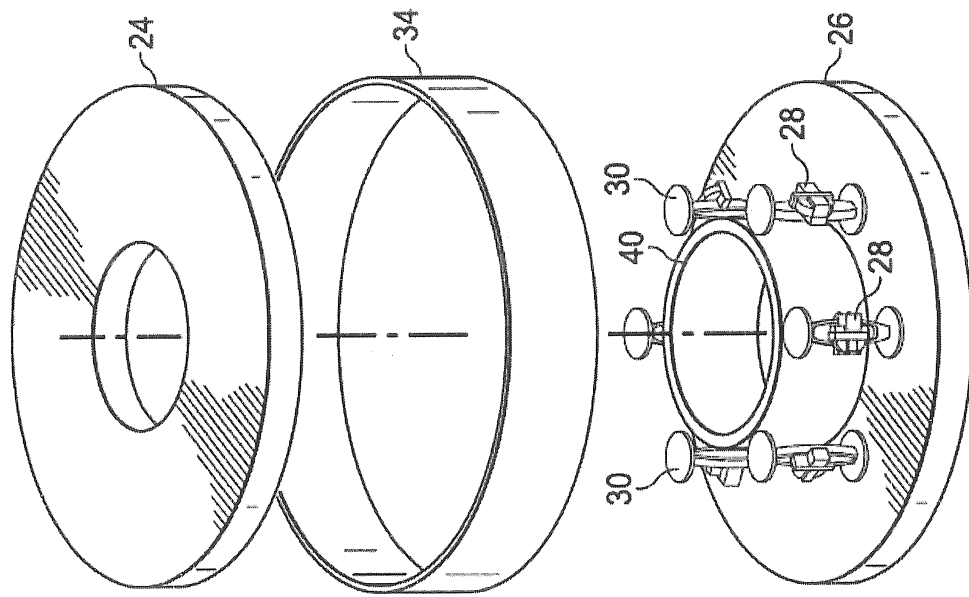


Fig. 6

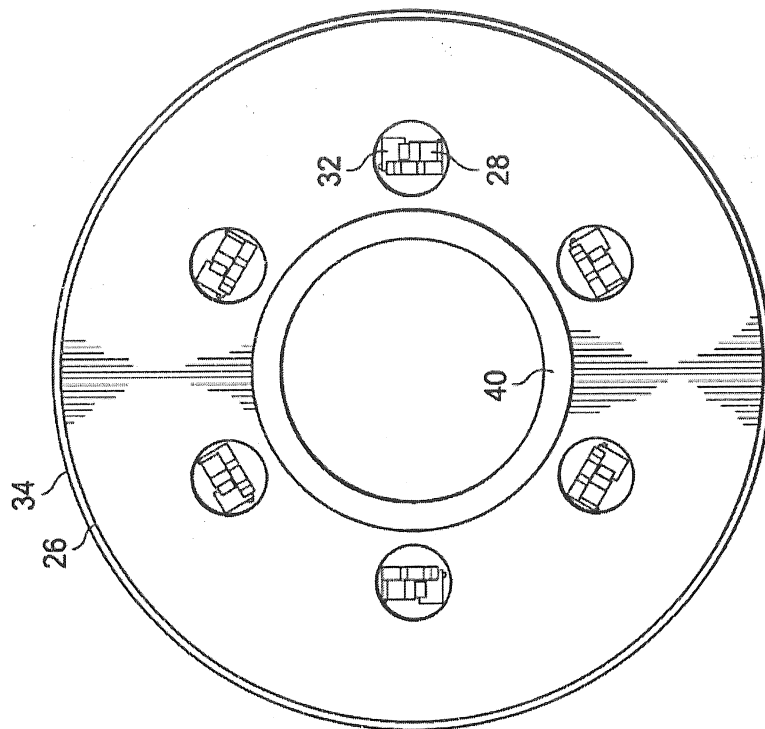


Fig. 5

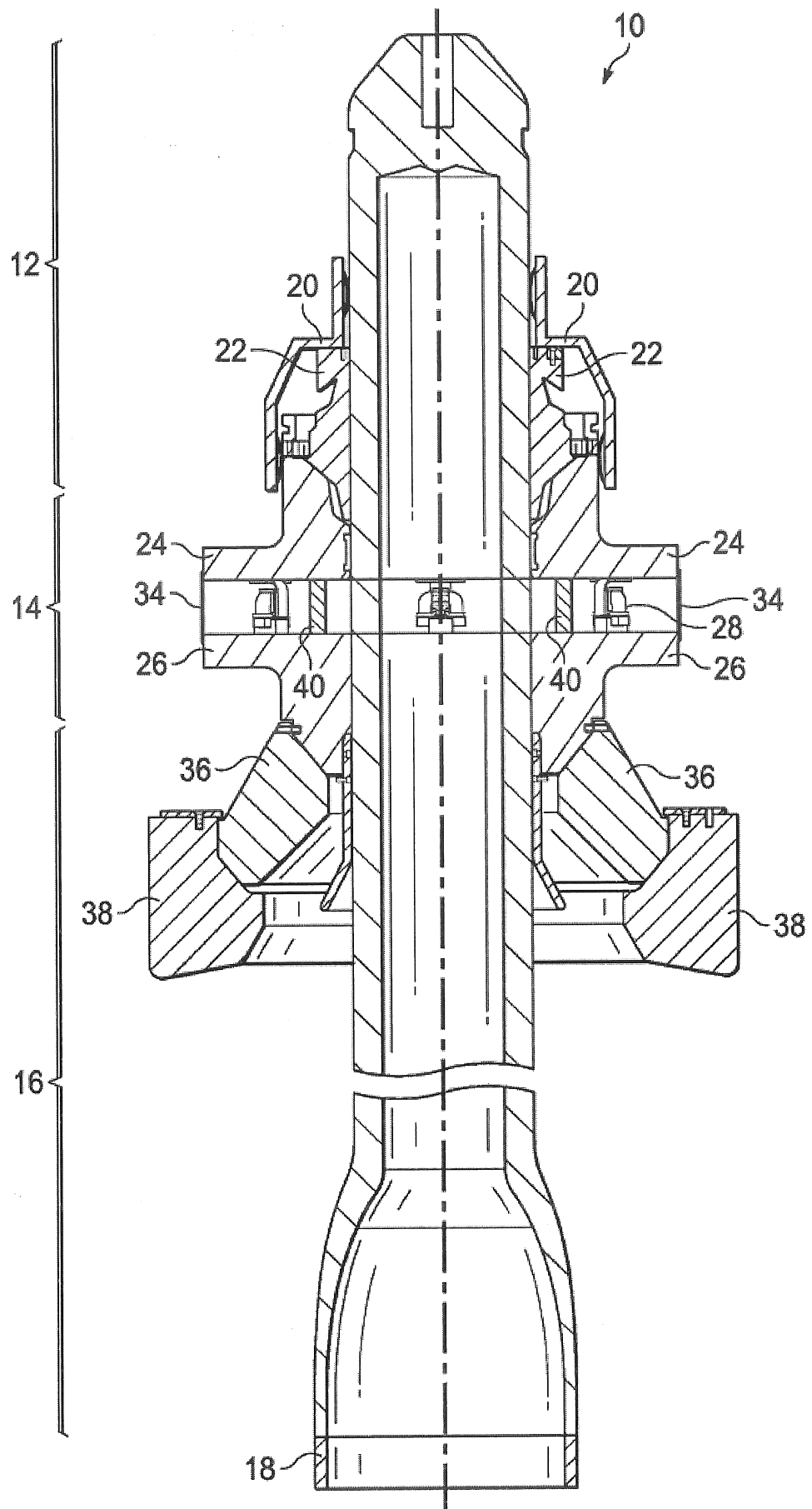


Fig. 7

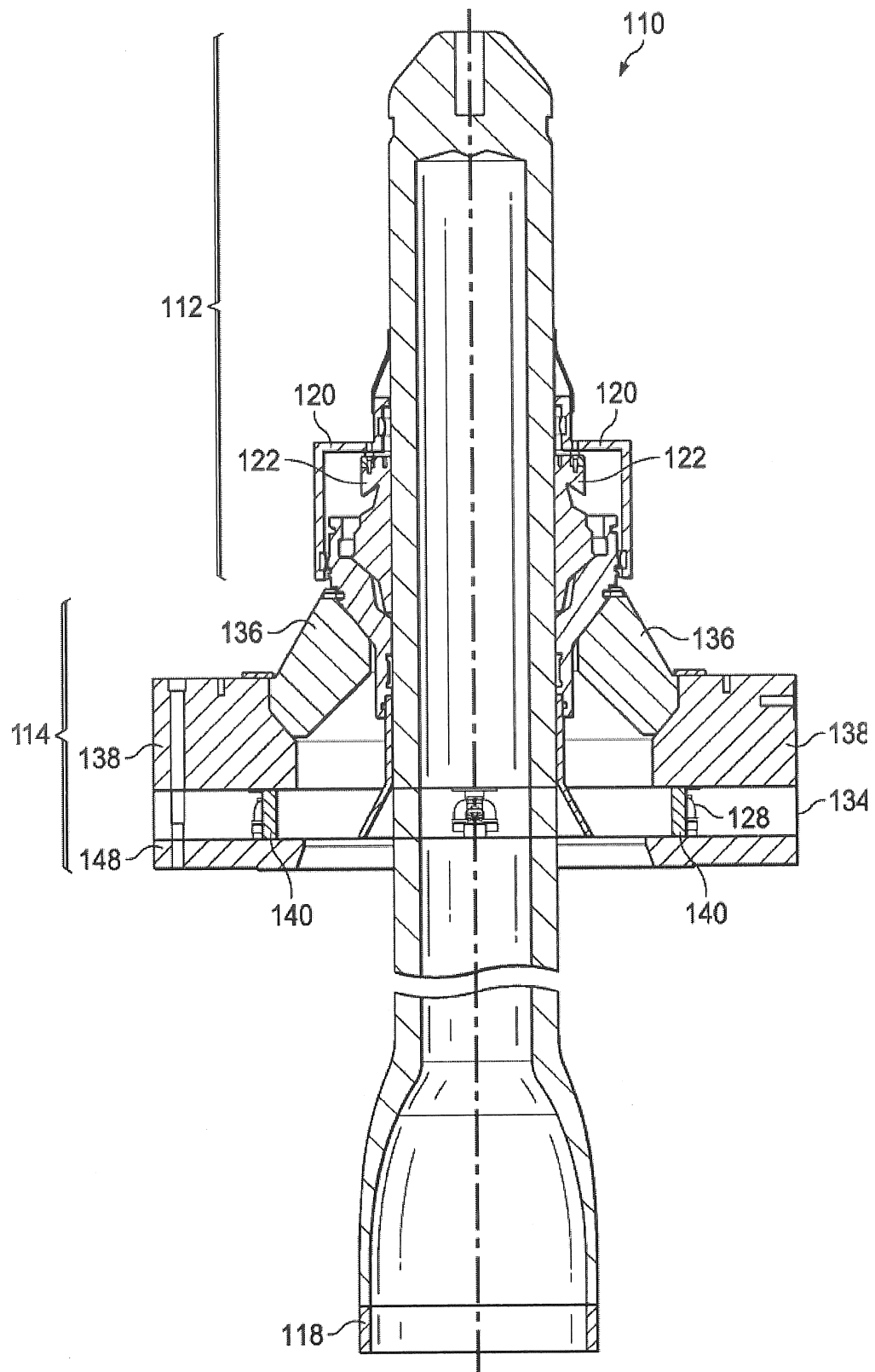


Fig. 8

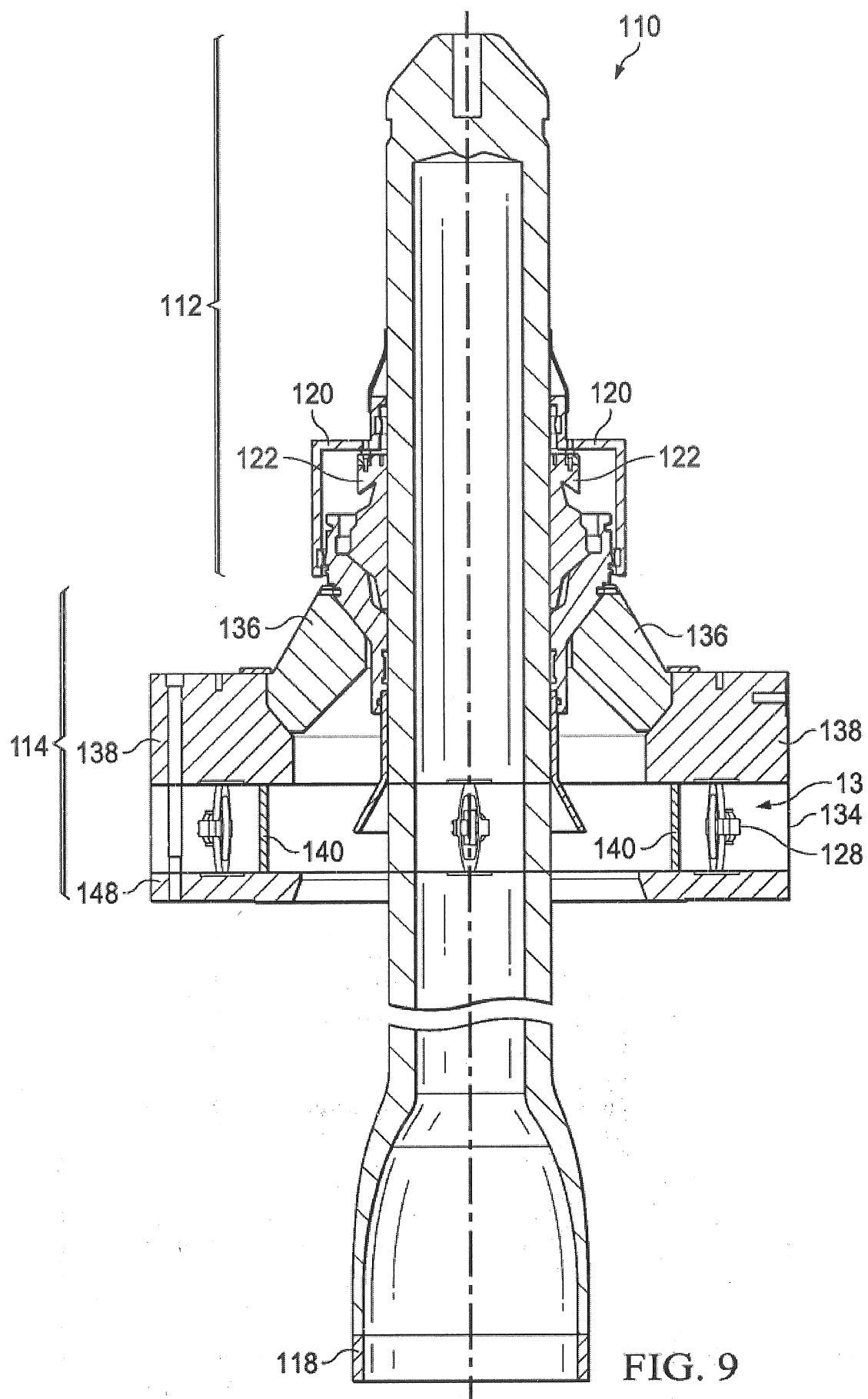


FIG. 9

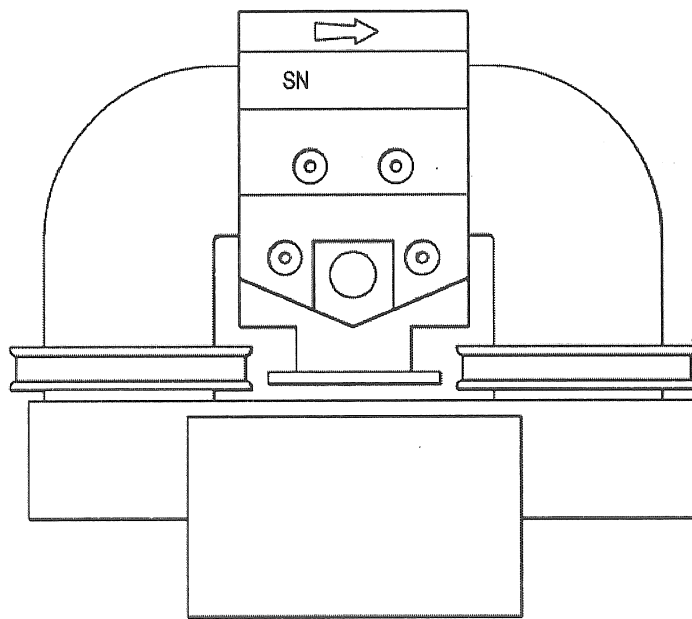


Fig. 10

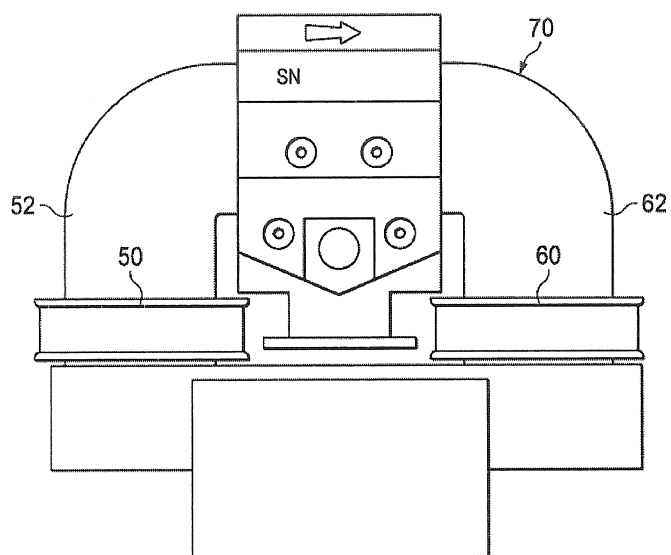


Fig. 11

